

Controlling the aluminium content of continuously cast silicon steels

Patent number: DE2941508
Publication date: 1980-04-30
Inventor: SHIOZAKI MORIO (JP); KAWASHIMA MITSUAKI (JP);
SHIMOYAMA YOSHIKI (JP); ISHIHARA NOBUOKI (JP)
Applicant: NIPPON STEEL CORP
Classification:
- **international:** B22D11/00
- **europaean:** B22D11/111; C21C7/076
Application number: DE19792941508 19791012
Priority number(s): JP19780125590 19781012; JP19780130288 19781023

Also published as:

GB2038367 (A)
FR2438685 (A)
IT1164835 (B)

Report a data error he

Abstract not available for DE2941508

Abstract of corresponding document: **GB2038367**

A method for controlling the aluminium content of continuously cast slab for manufacturing grain- oriente electrical steel sheet and strip, comprises transferring molten steel prepared for continuous casting and containing, by weight, not more than 4.0% silicon and 0.01 to 0.08% aluminium and 0.01% to 0.06% sulphur to a ladle or other vessel, adjusting a slag principally comprising silicon dioxide, calcium oxide ar aluminium oxide on the surface of the molten steel to maintain the weight ratio of aluminium oxide to silicon dioxide of the slag at not less than 0.25, and continuously casting the molten steel.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
11 DE 2941 508 C 2

51 Int. Cl. 3:
B22D 11/10
C 21 C 7/076

21 Aktenzeichen: P 29 41 508.5-24
22 Anmeldetag: 12. 10. 79
43 Offenlegungstag: 30. 4. 80
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 11. 83

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31
12.10.78 JP P53-125590 23.10.78 JP P53-130288

73 Patentinhaber:
Nippon Steel Corp., Tokyo, JP

74 Vertreter:
Berg, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Stapf, O.,
Dipl.-Ing.; Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K.,
Dipl.-Chem. Dr.jur. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000
München

72 Erfinder:
Shiozaki, Morio, Himeji, Hyogo, JP; Kawashima,
Mitsuaki; Shimoyama, Yoshiaki, Kitakyusyu,
Fukuoka, JP; Ishihara, Nobuoki, Nogata, Fukuoka,
JP

56 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

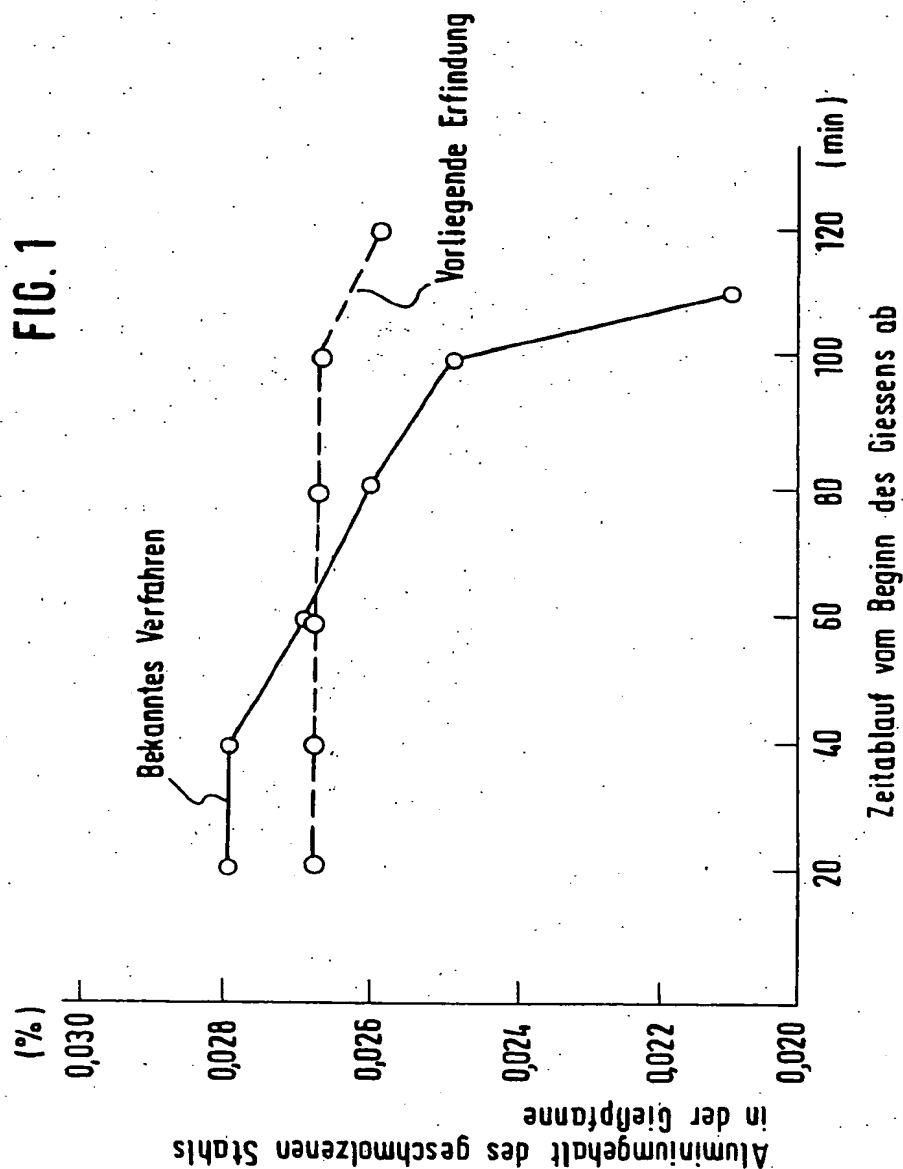
DE-AS 25 27 553
DE-AS 22 51 960
DE-AS 21 01 401
Hülle, »Taschenbuch für Eisenhütten

54 Verfahren zum Stranggießen von Brammen für die Herstellung kornorientierter Elektrostahlbleche und -streifen

DE 2941508 C 2

DE 2941508 C 2

FIG. 1



Patentansprüche:

1. Verfahren zum Stranggießen von Brammen für die Herstellung kornorientierter Elektrostahlbleche und -streifen, bei welchem man eine für das Stranggießen hergestellte Stahlschmelze, die nicht mehr als 4,0% Si, 0,01 bis 0,08% Al und 0,01 bis 0,06% S enthält, in ein Gießgefäß wie beispielsweise eine Gießpfanne überführt und aus diesem vergießt, dadurch gekennzeichnet, daß im Gießgefäß auf der Oberfläche des geschmolzenen Stahls eine hauptsächlich aus Siliciumdioxid SiO_2 , Calciumoxid CaO und Aluminiumoxid Al_2O_3 bestehende Schlacke vorhanden ist und daß man in dieser das Verhältnis von Al_2O_3 zu SiO_2 im Bereich von 0,6 bis 3,0 und das Verhältnis von CaO zu SiO_2 im Bereich von 0,6 bis 2,0 einstellt und während des Gießvorgangs aufrechterhält.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man das Verhältnis von Al_2O_3 zu CaO in der Schlacke auf einen Wert von nicht kleiner als 1,0 hält.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß man das Verhältnis von Al_2O_3 zu CaO in der Schlacke innerhalb des Bereichs von 1,0 bis 2,0 hält.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stranggießen von Brammen für die Herstellung kornorientierter Elektrostahlbleche und -streifen gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Wie bereits bekannt ist, besitzt das Stranggießverfahren zahlreiche Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Blockgußverfahren, und es wird daher auch bei der Herstellung von Elektrostahlblechen und -streifen von stranggegossenen Brammen ausgegangen.

So ist aus der DE-AS 22 51 960 bekannt, daß man für die Herstellung von Elektroblech oder -band mit Goss-Textur und hoher magnetischer Flußdichte eine durch Strangguß hergestellte Vorbramme aus einem Stahl mit höchstens 4,0% Si und 0,01 bis 0,065% Al verwenden kann und daß es zur Erzielung einer hohen magnetischen Induktion notwendig ist, die Aluminiumnitrid-Phase hinsichtlich Korngröße und Verteilung optimal einzustellen.

Wird eine derartige Bramme durch Stranggießen hergestellt, so bleibt der letzte Rest des geschmolzenen Stahls in einem Gießgefäß, wie der Gießpfanne (oder einem anderen Behälter), bis der Gießvorgang beendet ist, was bis zu 100 Minuten oder darüber dauern kann. Mit anderen Worten gesagt, verbleibt ein Teil des für das Gießen eingesetzten geschmolzenen Stahls über einen beträchtlich langen Zeitraum hinweg während des Stranggießprozesses in dem Gießgefäß. Wenn der geschmolzene Stahl, der Aluminium oder Aluminium und Schwefel enthält, während längerer Zeit in dem Gießgefäß verbleibt, reagieren das Aluminium und der Schwefel in dem geschmolzenen Stahl mit der die Oberfläche bedeckenden Schlacke, wobei Aluminium und Schwefel als Aluminiumoxid und Calciumsulfid in die Schlacke übergehen, was lokale Schwankungen in dem Aluminium- oder dem Aluminium- und Schwefelgehalt des geschmolzenen Stahls verursacht. Wenn dieser geschmolzene Stahl mit lokalen Schwankungen

im Aluminiumgehalt durch Stranggießen zu einer Bramme vergossen wird, variiert der Aluminiumgehalt der erhaltenen Bramme in der Gießrichtung. Wenn die Bramme nun zur Herstellung von kornorientierten Elektrostahlblechen oder -streifen eingesetzt wird, wird das erhaltene Produkt in seinen magnetischen Eigenschaften in der Längsrichtung in hohem Maße instabil sein. Es war deshalb unmöglich, durch Stranggießen Brammen für die industrielle Herstellung von kornorientierten Elektrostahlblechen und -streifen des Typs herzustellen, der Aluminium enthält und gleichmäßige magnetische Eigenschaften in der Längsrichtung aufweist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein Verfahren der eingangs angegebenen Art zu schaffen, bei dem der Aluminiumgehalt der erhaltenen Brammen während des gesamten Gießvorgangs konstant bleibt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß im Gießgefäß auf der Oberfläche des geschmolzenen Stahls eine hauptsächlich aus Siliciumdioxid SiO_2 , Calciumoxid CaO und Aluminiumoxid Al_2O_3 bestehende Schlacke vorhanden ist und daß man in dieser das Verhältnis von Al_2O_3 zu SiO_2 im Bereich von 0,6 bis 3,0 und das Verhältnis von CaO zu SiO_2 im Bereich von 0,6 bis 2,0 einstellt und während des Gießvorgangs aufrechterhält.

Der Begriff »hauptsächlich«, wie er bezüglich der Zusammensetzung der Schlacke verwendet wird, ist hierbei so zu verstehen, daß die Bestandteile SiO_2 , CaO und Al_2O_3 in der Schlacke zusammen etwa 91% oder mehr ausmachen.

Die Unteransprüche betreffen besonders bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Aus der DE-AS 25 27 553 ist zwar ein Gießpulver für Strang- und Blockguß zur Vermeidung der Reaktion des in der Stahlschmelze enthaltenen metallischen Aluminiums mit der in der Schlacke befindlichen Kieselsäure bekannt, mit dem die Oberflächenqualität der gebildeten Stränge und Blöcke gleichmäßiger und besser werden soll als bei der Verwendung anderer Gießpulver. Das dort vorgeschlagene Gießpulver besteht aus 20 bis 60% Aluminiumoxid, 20 bis 60% Calciumoxid, 0 bis 10% Siliciumdioxid, 0 bis 20% Kohlenstoff oder anderen Gasungsmitteln und 0 bis 30% siliciumdioxidfreien Flußmitteln und bildet eine entsprechende Schlacke. Diese Druckschrift lehrt aber nicht die Zusammensetzung des erfindungsgemäß eingesetzten Stahles und ergibt wegen des niedrigeren Siliciumdioxidgehaltes auch keine Überschneidung mit der erfindungsgemäß eingestellten und aufrechterhaltenen Zusammensetzung der Schlacke.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Reaktion zwischen dem in der Stahlschmelze enthaltenen Aluminium und Schwefel einerseits und der Schlacke andererseits vermieden, und es werden Brammen erhalten, die hinsichtlich ihres Aluminiumgehaltes oder ihres Gehaltes an Aluminium und Schwefel über ihre ganze Länge hinweg im wesentlichen gleichmäßig sind. Wenn man diese Brammen zur Herstellung von kornorientierten Elektrostahlblechen oder -streifen verwendet, ist das erhaltene Produkt hinsichtlich seiner magnetischen Eigenschaften frei von irgendwelchen Schwankungen oder einer Verschlechterung in der Längsrichtung.

Die Erfindung sei im folgenden näher unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. In den

Zeichnungen zeigt

Fig. 1 ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Aluminiumgehalt des geschmolzenen Metalls in einer Gießpfanne (oder in einem anderen Behälter) und der Zeit vom Beginn der Gießoperation bei dem erfindungsgemäßen Stranggießverfahren und dem herkömmlichen Verfahren verdeutlicht, und

Fig. 2 ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Aluminiumgehalt eines kornorientierten Elektrostahlblechs oder -streifen und seinen magnetischen Eigenschaften aufzeigt.

Es wurde bereits erwähnt, daß beim Stranggießen der geschmolzene Stahl zum Teil in einer Gießpfanne oder einem anderen Behälter (nachfolgend einfach als »Gießpfanne« bezeichnet) während des für den Gießvorgang erforderlichen langen Zeitraums gehalten werden muß. Wenn die Stahlschmelze Aluminium enthält, reagiert dieses mit der Schlacke auf der Oberfläche der Stahlschmelze und wird als Oxid in die Schlacke überführt. Demzufolge variiert der Aluminiumgehalt der Stahlschmelze in dem Gießgefäß von Ort zu Ort und nimmt insgesamt mit dem Ablauf der Zeit ab. Dies wird durch Fig. 1 graphisch wiedergegeben, wobei zu ersehen ist, wie der Aluminiumgehalt der in einer Gießpfanne gehaltenen Stahlschmelze vom Zeitpunkt des Beginns des Stranggießens an mit der Zeit abnimmt. Diese allmähliche Abnahme des Aluminiumgehalts der Stahlschmelze führt zu einer allmählichen Abnahme des Aluminiumgehalts in Gießrichtung der durch das Stranggießen gebildeten Bramme. Aus einer derartigen Bramme hergestellte kornorientierte Elektrostahlbleche oder -streifen werden daher infolge der Schwankung in ihrem Aluminiumgehalt in der Längsrichtung Schwankungen in ihren magnetischen Eigenschaften aufweisen.

Die Fig. 2 zeigt die Wirkung des Aluminiumgehalts auf die magnetischen Eigenschaften von kornorientierten Elektrostahlblechen und -streifen. Aus dieser Figur ist zu ersehen, daß die Ungleichmäßigkeit im Aluminiumgehalt von Stahlblechen oder -streifen in der Längsrichtung eine Ungleichmäßigkeit der magnetischen Eigenschaften derselben verursacht und daß es zur Erzielung von Stahlblechen und -streifen mit gleichmäßigen magnetischen Eigenschaften in der Längsrichtung erforderlich ist, den Aluminiumgehalt des geschmolzenen Stahls in dem Gießgefäß während der Zeit des Gießens der Bramme, aus welcher das Stahlblech oder der Stahlstreifen hergestellt wird, auf einen konstanten Wert ab Beginn bis zur Beendigung der Gießoperation zu halten. Der oben beschriebene Sachverhalt gilt auch für den Schwefelgehalt des geschmolzenen Stahls. Der allmähliche Abfall des Schwefelgehalts in der Stahlschmelze führt nämlich zu einer allmählichen Abnahme des Schwefelgehalts in der Gießrichtung der durch Stranggießen erhaltenen Bramme. Das kornorientierte Elektrostahlblech, das aus einer derartigen Bramme hergestellt wird, weist daher wegen der Schwankung nicht nur seines Aluminiumgehalts, sondern ebenso auch seines Schwefelgehalts in der Längsrichtung Schwankungen in seinen magnetischen Eigenschaften auf.

Bei der die Stahlschmelze in der Gießpfanne bedeckenden Schlacke handelt es sich um die den geschmolzenen Stahl begleitende Schlacke, wenn die Schmelze aus einem Stahlschmelzofen oder einem sekundären Stahlschmelzofen, wie beispielsweise einem Vakuumentgasungssofen, in die Gießpfanne überführt wird, mit einem Gehalt an Calciumoxid und anderen

schlackenbildenden Mitteln, die nach Bedarf zugesetzt worden sind; diese Schlacke besteht üblicher Weise hauptsächlich aus 5 bis 50% Calciumoxid, 5 bis 30% Siliciumdioxid und 1 bis 30% Eisen(II)-oxid (FeO) und Eisen(III)-oxid (Fe_2O_3) (als gesamtes Eisen). Die Schlacke enthält ferner auch im Normalfall kleine Mengen an Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Mangan(II)-oxid (MnO), Phosphorpentoxid, etc.

Für diese Schlacke wird nun die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 vorgeschriebene Zusammensetzung eingestellt und während des Gießvorgangs aufrechterhalten. Das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Siliciumdioxid innerhalb der Schlackenbestandteile wird durch Zusatz von Aluminiumoxid enthaltendem Material und/oder Siliciumdioxid enthaltendem Material zu der Schlacke in dem vorerwähnten Bereich gehalten. Obwohl es von Vorteil ist, die Zugabe an demjenigen Zeitpunkt durchzuführen, an dem die Stahlschmelze in die Gießpfanne überführt wird, besteht jedoch keinerlei Beschränkung hinsichtlich des Zeitpunkts der Zugabe. Als Aluminiumoxid enthaltendes, zuzusetzendes Material wird Bauxit, insbesondere calcinierter Bauxit, bevorzugt, jedoch kann ein anderes Aluminiumoxid enthaltendes Material, wie beispielsweise pulverförmige Tonerde, ebenfalls verwendet werden. Als Siliciumdioxid enthaltendes Material kann vorteilhafterweise Kieselerde verwendet werden, je jedoch können auch andere Siliciumdioxid enthaltende Materialien eingesetzt werden, ohne daß irgendwelche Probleme entstehen.

Außerdem ist es je nach den herrschenden Umständen möglich, eine Abnahme des Aluminiumgehalts des geschmolzenen Metalls noch wirksamer zu verhindern, indem man zusätzlich das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Calciumoxid in der Schlacke auf einem Wert von nicht kleiner als 1,0 vorzugsweise innerhalb des Bereiches von 1,0 bis 2,0, hält. Als Quelle für Calciumoxid ist es möglich, für diesen Zweck gebrannten Kalk zu verwenden.

Die in ein Gießgefäß überführte und mit einer gemäß der vorliegenden Erfindung eingestellten Schlacke abgedeckte Stahlschmelze wird über einen herkömmlichen Zwischenbehälter in eine Stranggießkokille gegossen. Die auf diese Weise erhaltene Bramme ist frei von Schwankungen im Aluminium- oder Aluminium- und Schwefelgehalt in Gießrichtung und ist durchwegs im wesentlichen gleichmäßig hinsichtlich ihres Gehalts an Aluminium oder Aluminium und Schwefel. Nach Abkühlen der Bramme wird diese in für das Walzen geeignete Längen geschnitten, und die geschnittenen Längen werden zur Herstellung von kornorientierten Elektrostahlblechen und -streifen nach dem herkömmlichen Verfahren verwendet. Das erhaltene Produkt besitzt in der Längsrichtung des Stahlstreifens gleichmäßige magnetische Eigenschaften.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nicht allein nur der Aluminiumgehalt des geschmolzenen Stahls gesteuert, sondern auch dessen Schwefelgehalt.

Die vorliegende Erfindung wird nunmehr im Detail durch die nachfolgenden Beispiele noch näher erläutert.

Beispiel 1

100 t geschmolzener Stahl mit einem Gehalt von 0,047% Kohlenstoff, 2,9% Silicium, 0,027% Aluminium und 0,025% Schwefel, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen wurden aus dem Konverter, in welchem er hergestellt wurde, in eine Gießpfanne überführt. Zu diesem Zeitpunkt wurde calcinierter

Bauxit in einer Rate von 5 kg pro Tonne Stahl zur Einstellung der Zusammensetzung der Schlacke in der Gießpfanne auf 16,50% Calciumoxid, 20,07% Siliciumdioxid, 55,85% Aluminiumoxid, Rest andere Komponenten, zugegeben. Zu diesem Zeitpunkt betrugen das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Siliciumdioxid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) 2,78 und das Verhältnis Calciumoxid zu Siliciumdioxid (CaO/SiO_2) 0,82.

Der durch die Schlacke der obengenannten Zusam-

mensetzung bedeckte geschmolzene Stahl wurde über einen Zwischenbehälter in eine Stranggießkokille zur Herstellung einer stranggegossenen Bramme mit einer Dicke von 200 mm gegossen. Die Zeit vom Beginn bis zur Beendigung des Stranggießens betrug 110 Minuten.

Der Aluminiumgehalt des geschmolzenen Stahls in der Gießpfanne zu verschiedenen Zeiten im Verlaufe des Stranggießens ist aus der nachfolgenden Tabelle I zu ersehen.

Tabelle I

	Zeit vom Beginn des Gießens ab (min)					Unmittelbar vor Beendigung des Gießens
	20	40	60	80	105	
Analysierter Wert von Al (%)	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,026

Beispiel 2

100 t geschmolzener Stahl mit einem Gehalt von 0,052% Kohlenstoff, 3,2% Silicium, 0,028% Aluminium und 0,024% Schwefel, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, wurden aus dem Konverter, in welchem er hergestellt wurde, in eine Gießpfanne überführt. Zu dem gleichen Zeitpunkt wurden zu der Gießpfanne calcinierter Bauxit in einer Menge von 2,8 kg pro Tonne Stahl und Ätzkalk in einer Menge von 2,8 kg pro Tonne Stahl zugegeben. Durch diese Zugabe wurde die Zusammensetzung der Schlacke in der Gießpfanne auf 32,12% Calciumoxid, 22,34% Siliciumdioxid und 37,04% Aluminiumoxid, Rest andere

Komponenten, eingestellt. Das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Siliciumdioxid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) und das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Calciumoxid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$) hatten zu diesem Zeitpunkt einen Wert von 1,66 bzw. 1,15.

Der durch die Schlacke der obengenannten Zusammensetzung bedeckte geschmolzene Stahl wurde über einen Zwischenbehälter in eine Stranggießkokille zur Herstellung einer stranggegossenen Bramme mit einer Dicke von 200 mm gegossen. Die Zeit vom Beginn bis zur Beendigung des Stranggießens betrug 110 Minuten.

Der Aluminiumgehalt des geschmolzenen Stahls in der Gießpfanne zu verschiedenen Zeiten im Verlaufe des Stranggießens ist aus der nachfolgenden Tabelle II zu ersehen.

Tabelle II

	Zeit vom Beginn des Gießens ab (min)					Unmittelbar vor Beendigung des Gießens
	20	40	60	80	105	
Analysierter Wert von Al (%)	0,028	0,027	0,028	0,027	0,026	0,027

Beispiel 3

100 t geschmolzener Stahl mit einem Gehalt von 0,045% Kohlenstoff, 2,9% Silicium, 0,029% Aluminium und 0,026% Schwefel, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, wurden aus dem Konverter, in welchem er hergestellt wurde, in eine Gießpfanne überführt. Zu dem gleichen Zeitpunkt wurde calcinierter Bauxit in die Gießpfanne in einer Menge von 5 kg pro Tonne Stahl zur Einstellung der Zusammensetzung der Schlacke in der Gießpfanne auf 28% Calciumoxid, 31% Siliciumdioxid, 32% Aluminiumoxid, Rest 9% andere Komponenten, eingebracht.

Zu diesem Zeitpunkt betrugen das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Siliciumdioxid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) 1,03, das Verhältnis von Calciumoxid zu Siliciumoxid (CaO/SiO_2) 0,90 und das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Calciumoxid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$) 1,14.

Der durch die Schlacke der obengenannten Zusam-

mensetzung bedeckte geschmolzene Stahl wurde zur Herstellung von 11 stranggegossenen Brammen mit einer Dicke von 200 mm über einen Zwischenbehälter in eine Stranggießkokille gegossen. Die Brammen wurden in der Reihenfolge ihrer Herstellung mit den Nummern 1 bis 11 bezeichnet.

Jede dieser Brammen wurde auf 1360°C erhitzt und zur Herstellung eines 2,3 mm dicken Stahlblechs heißgewalzt, das anschließend bei 1100°C glühbehandelt und dann zur Erzielung eines Stahlblechs von 0,30 mm Dicke kaltgewalzt wurde. Dieses kaltgewalzte Blech wurde bei 850°C glühbehandelt und dann einem sekundären Rekristallisationsglühen bei 1200°C zur Herstellung eines kornorientierten Elektrostahlblechs unterworfen.

Der Aluminium- und Schwefelgehalt der 11 Brammen und die magnetischen Eigenschaften in der Längsrichtung der daraus erhaltenen kornorientierten Elektrostahlblech-Produkte sind in der nachfolgenden Tabelle III niedergelegt.

Tabelle III

	Bramme Nr.			
	1 bis 8	9	10	11
Al-Gehalt von warmgewalztem Blech	0,029%	0,028%	0,029%	0,029%
S-Gehalt von warmgewalztem Blech	0,026%	0,026%	0,026%	0,026%
B10 des Produkts	1,93 T	1,93 T	1,92 T	1,92 T
W17/50 des Produkts	1,10 W/kg	1,07 W/kg	1,08 W/kg	1,12 W/kg

Vergleichsbeispiel

100 t geschmolzener Stahl mit einem Gehalt von 0,047% Kohlenstoff, 2,9% Silicium, 0,026% Aluminium und 0,026% Schwefel, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, wurden aus dem Konverter, in welchem er hergestellt wurde, in eine Gießpfanne überführt. Die Zusammensetzung der Schlacke betrug zu diesem Zeitpunkt 30% Calciumoxid, 23% Siliciumdioxid, 4% Aluminiumoxid und 43% andere Komponenten, wobei keine Einstellung der Zusammensetzung durchgeführt wurde. Das Verhältnis von Aluminiumoxid zu Siliciumdioxid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) hatte zu diesem Zeitpunkt einen Wert von 0,17 und das von Calciumoxid zu Siliciumdioxid (CaO/SiO_2) einen Wert von 1,30.

Der mit der Schlacke der oben angegebenen Zusammensetzung bedeckte geschmolzene Stahl wurde zur Herstellung von 11 stranggegossenen Brammen mit einer Dicke von 200 mm über einen Zwischenbehälter in eine Stranggießkokille gegossen. Die Brammen wurden in der gleichen Weise wie in Beispiel 3 durchnummeriert. Diese Brammen wurden zur Herstellung von 0,30 mm dicken kornorientierten Elektrostahlblechen nach dem gleichen Verfahren, wie in Beispiel 3 beschrieben, verwendet.

Der Aluminium- und Schwefelgehalt der 11 Brammen und die magnetischen Eigenschaften in der Längsrichtung der daraus erhaltenen kornorientierten Elektrostahlblech-Produkte, sind in der nachfolgenden Tabelle IV angegeben.

Tabelle IV

	Bramme Nr.				
	1 bis 5	6 und 7	8 und 9	10	11
Al-Gehalt von warmgewalztem Blech	0,026%	0,025%	0,022%	0,021	0,021%
S-Gehalt von warmgewalztem Blech	0,026%	0,025%	0,023%	0,022%	0,022%
B10 des Produkts	1,93 T	1,92 T	1,87 T	1,85 T	1,85 T
W17/50 des Produkts	1,08 W/kg	1,13 W/kg	1,29 W/kg	1,52 W/kg	1,56 W/kg

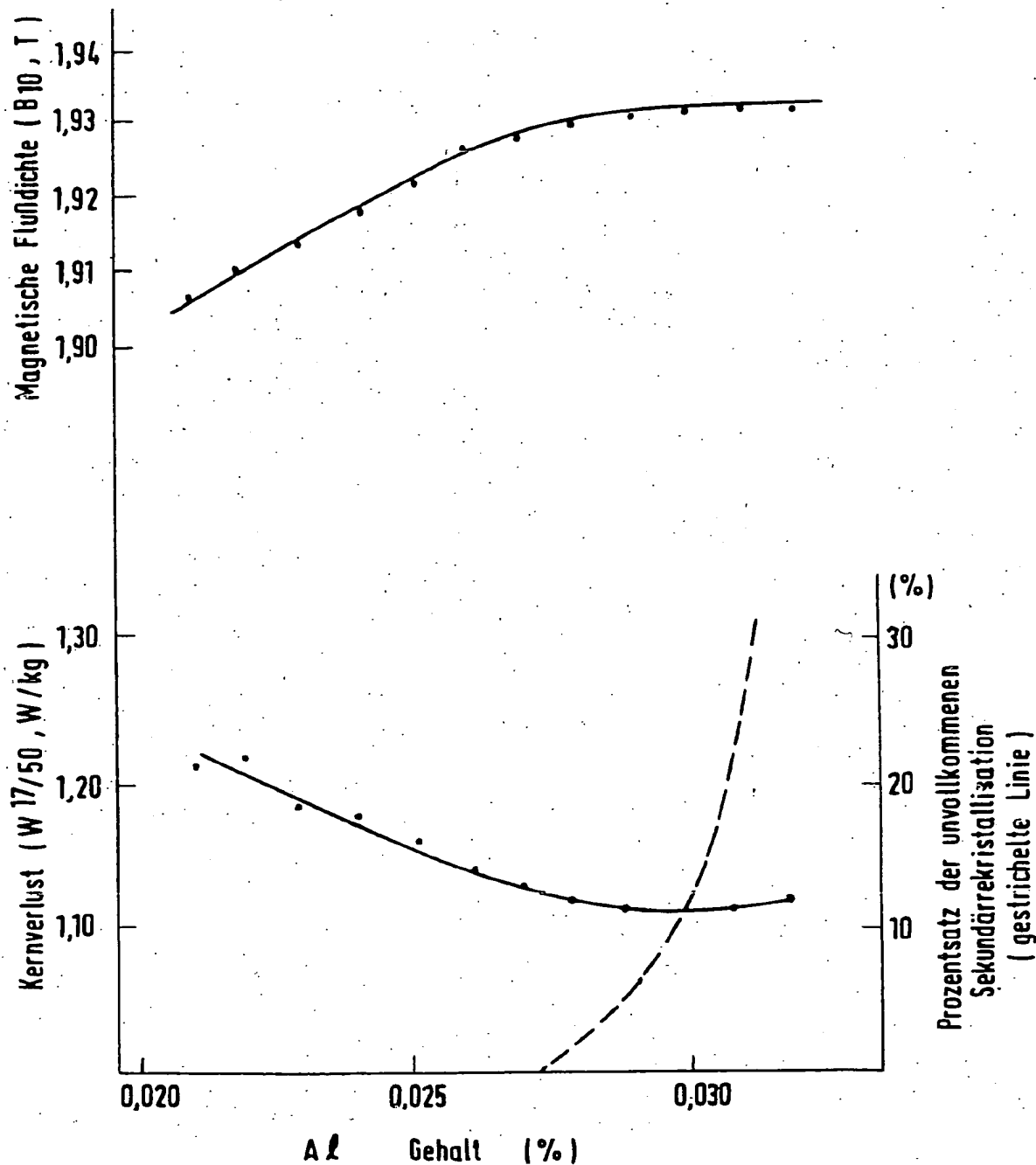
Aus der Tabelle IV läßt sich ersehen, daß die aus den Brammen Nr. 1 bis 5 hergestellten Produkte gute magnetische Eigenschaften entfallen, jedoch, da keine Einstellung der Zusammensetzung der Schlacke gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt wurde, der Aluminium- und Schwefelgehalt der Brammen von der Bramme Nr. 6 an fortschreitend allmählich abnimmt, mit dem Ergebnis, daß eine Verschlechterung der magnetischen Eigenschaften der Produkte auftrat, die besonders stark in den aus der 8. Bramme und den späteren Brammen hergestellten kornorientierten Elektrostahl-

blechen vorhanden war.

Aus den vorstehenden Beispielen und dem vorstehenden Vergleichsspiel geht ganz eindeutig hervor, daß es möglich ist, durch Stranggießen Brammen herzustellen, die im wesentlichen frei von Schwankungen im Aluminiumgehalt, und, falls es die Umstände erfordern, auch von Schwankungen im Schwefelgehalt in der Richtung des Gießens sind, wenn der für das Stranggießen hergestellte geschmolzene Stahl mit einer Schlacke abgedeckt wird, die in ihrer Zusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung eingestellt ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.